Impactos del Cambio Climático en la Salud

Resumen Ejecutivo

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN 2013
MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Impactos del Cambio Climático en la Salud

RESUMEN EJECUTIVO






Publicación de la Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación en el marco de las funciones asignadas al Observatorio de Salud y Cambio Climático realizado por los expertos designados por su Comité de Dirección.

Edita y distribuye:
@ MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD
Centro de Publicaciones
Paseo del Prado, 18. 28014 Madrid
Nipo: 680-13-127-4 (en línea)
http://publicacionesoficiales.boe.es

El Copyright y otros derechos de la propiedad intelectual de este documento pertenecen al Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Se autoriza a las organizaciones de atención sanitaria a reproducirlo total o parcialmente para su uso no comercial, siempre que se cite el nombre completo del documento, año e institución.

ÍNDICE:

Presentación 5

El cambio climático y la salud pública 7

Impacto del cambio climático en las temperaturas 8

Impacto del cambio climático en el agua 11

Impacto del cambio climático en el aire 15

Impacto del cambio climático en las enfermedades transmitidas por vectores 18

Bibliografía 23

Presentación

En la actualidad existe un consenso científico generalizado, en torno a la idea de que la salud humana y el bienestar están íntimamente vinculados a la calidad ambiental. En los últimos años el tema del cambio climático como determinante de los factores ambientales y por lo tanto de la salud de las poblaciones, ha cobrado especial relevancia dando lugar a numerosas estrategias sanitarias tanto por parte de las administraciones públicas de los diferentes países como por organismos internacionales.

Los elementos que determinan la salud de las poblaciones son muy diversos e interactúan de modo complejo, por lo que resulta prioritario profundizar en el conocimiento de su impacto y la vulnerabilidad de la población a ellos, particularmente en lo que respecta a la salud de las personas. En este contexto, el estudio de los impactos del cambio climático en la salud de la sociedad española, permitirá diseñar e integrar medidas de adaptación en las políticas de planificación y gestión sanitarias y adelantar estrategias de protección y prevención en la medida de lo posible a sus efectos.

El presente informe elaborado por el Observatorio de Salud y Cambio Climático, describe una serie de cuestiones ambientales con una reconocida influencia directa en la salud y el bienestar. Se abordan aspectos tan relevantes como los efectos que las temperaturas extremas expresadas como olas de calor y de frio, la calidad del aire o del agua y la posible propagación de enfermedades, tienen sobre la morbi-mortalidad de la población.

La Organización Mundial de la Salud ha advertido que la salud de millones de personas podría verse amenazada por el aumento de enfermedades como el paludismo, la desnutrición, y otras transmitidas por el agua. En la mayoría de los estudios científicos, y en este informe así se recoge, se proyectan los efectos que el cambio climático tendrán sobre la salud de la población. Cabe destacar que España es especialmente vulnerable al cambio climático por su situación geográfica y características socioeconómicas.

En septiembre de 2013 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), ha aprobado el volumen I del Quinto Informe de Evaluación (WGI-AR5) que describe y sintetiza el conocimiento actual sobre los aspectos científicos físicos del sistema climático y el cambio climático. Dicho informe confirma que el calentamiento del sistema climático es inequívoco y que la influencia humana es el factor dominante de este cambio y complementa con sus resultados esta publicación sobre impactos del cambio climático en la salud, ofreciendo una oportunidad para continuar con los trabajos en este ámbito, proporcionando una sólida base para implementar políticas sectoriales en el campo de la adaptación al cambio climático en la salud.

No obstante, es importante no olvidar que los datos hoy disponibles predicen situaciones futuras bajo unas premisas particulares sobre el clima, las condiciones socioeconómicas y la vulnerabilidad de la población. Por tanto, las proyecciones pueden diferir notablemente entre modelos, lo que obliga a trabajar con ciertas dosis de incertidumbre.

Para la lucha y adaptación frente al cambio climático es imprescindible el asesoramiento científico y técnico continuado que permita dar respuestas a los efectos que el cambio climático tiene y podría tener sobre la salud. Este informe pretende recopilar las evidencias más actuales en aquellos temas ambientales priorizados y proveer el soporte técnico- científico necesario para la toma de decisiones acertadas para enfrentar el cambio climático.

Desde el Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, agradecemos el constante esfuerzo y generosidad de los expertos que han participado en la elaboración de este documento.

Queremos finalizar animando a toda la sociedad a participar activamente en el reto que supone la adaptación al cambio climático y a la comunidad científica a continuar con su valiosa labor investigadora.

Directora General
Salud Pública, Calidad e Innovación

Directora General
Oficina Española de Cambio Climático

El cambio climático y la salud pública

El consenso de la comunidad científica en torno a la existencia de una alteración climática global es un hecho. Sin duda, los estudios e investigaciones realizadas en este campo han sido determinantes para alcanzarlo. Cabe destacar el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) de 2007 en el que se concluyó que el calentamiento del sistema climático era inequívoco y que con un 90% de certeza se debía a la acción humana.

El cambio climático, no puede considerarse un fenómeno exclusivamente ambiental, sino que han de contemplarse también las profundas consecuencias económicas y sociales, y en especial sobre la salud pública. La comunidad internacional no ha sido ajena a este tema y en 2008, en la 61ª Asamblea Mundial de la OMS, 193 países asumieron la urgencia de desarrollar medidas en salud integradas en los planes de adaptación al cambio climático, reconociendo así su impacto en la salud pública.

Numerosos determinantes medioambientales y sociales de la salud se verán afectados por el cambio climático; modificaciones que lo sitúan como un reto significativo para la acción en salud pública. El modelo conceptual que resume los impactos sitúa los cambios climáticos regionales, los eventos extremos y las olas de calor, las precipitaciones y las temperaturas como factores que influirán en los agro-ecosistemas, en la demografía y socio-economía, en las vías de contaminación biológica y en la dinámica de transmisión de enfermedades. En respuesta a este nuevo reto del siglo XXI para la salud pública numerosas iniciativas han sido puestas en marcha para identificar la vulnerabilidad humana y los riesgos para la salud derivados del cambio climático, prepararse para responder y propiciar una mayor resiliencia de las comunidades ante sus efectos.

En España, país vulnerable a los efectos del cambio climático al igual que toda la costa mediterránea, las actuaciones en salud pública apoyan, se integran y toman en consideración los programas y acciones dinamizadas desde la Oficina Regional para Europa de OMS y, desde la Unión Europea. Por otra parte, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático aprobado en 2006 por la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático y el Consejo Nacional del Clima, constituye el marco de referencia nacional. Este Plan Nacional liderado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) ha identificado el sector salud entre los prioritarios para la evaluación sectorial en su segundo programa de trabajo.

En este marco se crea el Observatorio Salud Cambio Climático, como instrumento de análisis, evaluación y seguimiento de los efectos del cambio climático en la salud pública y en el Sistema Nacional de Salud, que permita la ejecución de políticas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de la población española frente al cambio climático. El texto que aquí se presenta pretende ser una síntesis del Informe de los Impactos del Cambio Climático en la Salud.

En línea de continuidad con el modelo anteriormente mencionado, los principales impactos conocidos del cambio climático en la salud estarán relacionados con los eventos térmicos extremos, con la contaminación atmosférica, con la morbi-mortalidad relacionada con las temperaturas, con las enfermedades transmitidas por agua, alimentos, vectores y, con los efectos en infecciones, lesiones, salud mental, elementos nutricionales y, de otra naturaleza. Sin embargo, es importante considerar también el potencial de influencia que las medidas de adaptación tienen tanto sobre los factores esencialmente climatológicos, como sobre los ambientales, sociales, demográficos y económicos y en consecuencia sobre los impactos en la

salud. Se puede concluir que los impactos del cambio climático en la salud como se ha visto, son susceptibles de producirse de modo directo o indirecto.

Por otra parte, la evidencia actual muestra que los efectos en salud pueden ser positivos y negativos. A modo de ejemplo, entre los positivos se encuentran un incremento de la temperatura que puede disminuir la supervivencia de ciertos vectores transmisores de enfermedades o reducir el número de episodios de frío intenso particularmente en algunas regiones. Entre los negativos se incluyen la previsión de incremento en las tasas de malnutrición infantil en determinadas regiones geográficas, el aumento de los episodios de olas de calor, el incremento en las enfermedades de transmisión hídrica y alimentaria, y un potencial aumento de los cuadros alérgicos.

La naturaleza y escala de los impactos finales dependerán de la capacidad adaptativa de población, sociedad y sistemas de salud, así como de las acciones que se implementen y del acceso a los sistemas de salud.

Tomando en consideración estudios previos realizados en nuestro país sobre los efectos del cambio climático, así como la opinión de la academia, de investigadores y las administraciones públicas, y de asociaciones relevantes en esta materia, se han identificado como efectos en salud prioritarios aquellos relacionados con las temperaturas y eventos extremos, la calidad del agua y del aire, y las enfermedades de transmisión vectorial.

El objetivo del *Informe sobre los Impactos del Cambio Climático en la Salud* es poner a disposición de gestores y ciudadanos una actualización del conocimiento científico, una recopilación de las acciones realizadas a nivel local, nacional, regional y global en esta materia, así como una relación de las principales incertidumbres que debieran guiar ulteriores investigaciones.

La metodología utilizada para elaborar el Informe se ha basado en la revisión de la evidencia científica, a través de bibliografía relevante y actualizada (en bases de literatura científica y publicaciones de agencias y organismos especializados), así como en la construcción de consensos entre los expertos que forman parte de los cuatro grupos de trabajo creados para cada una de las áreas de análisis.

El Informe cuenta con varios capítulos iniciales de introducción y antecedentes sobre el tema y cuatro capítulos temáticos individualizados para cada área priorizada

Impacto del cambio climático en las temperaturas

Temperaturas extremas y salud

El aumento de los niveles de gases de efecto invernadero, ha provocado ya un calentamiento global de más de 0,5 *°C* y está asegurado al menos un incremento de otros 0,5 *°C* en las próximas décadas, aunque no aumenten las concentraciones de estos gases. Hasta el año 2006, los últimos 11 años se situaron entre los más calurosos desde 1850 según los registros instrumentales de temperaturas de la superficie mundial (IPCC 2007). En España, en el verano de 2012 la temperatura media alcanzó los 24 *°C*, lo que supone 1,7 *°C* más que el valor medio normal (periodo de referencia 1971-2000), siendo el cuarto verano más cálido desde 1961 (AEMET 2012).

Las proyecciones reflejan un incremento de la temperatura del aire en superficie para el año 2100 de entre 1,8°C y 4°C, lo que representa un ritmo de cambio muy rápido, y supone un amplio abanico de incertidumbres en un futuro relativamente próximo, con potenciales consecuencias medioambientales, económicas, sociales y sobre la salud.

Los escenarios más probables para los próximos años estarán caracterizados por un aumento de los extremos climáticos de todo tipo (olas de calor, sequías, precipitaciones intensas, etc.), que serán muy distintos y de diferente intensidad dependiendo de las características geoclimáticas de cada zona. En Europa, las previsiones apuntan a un aumento de la temperatura y de la frecuencia de sequías, así como la generación de fuertes olas de calor y aumento de la frecuencia de incendios incontrolados.

En España, las predicciones realizadas (Moreno et al. 2005) indicaron un progresivo incremento de las temperaturas medias a lo largo del siglo, significativamente mayor en verano que en invierno, una menor precipitación acumulada anual, una mayor amplitud y frecuencia de anomalías térmicas mensuales en relación con el clima actual y una mayor frecuencia de días con temperaturas extremas, especialmente en verano. En 2010, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en su trabajo "Generación de escenarios regionalizados de cambio climático en España" (AEMET 2010), realiza distintas proyecciones en función de los diferentes escenarios de cambio climático y prevé un mayor aumento de las temperaturas máximas en los meses de verano y un menor incremento en invierno. Este efecto se estima que será más acusado en las regiones interiores de la Península.

La definición en salud pública de ola de calor y de frío presenta serias dificultades (Montero et al. 2012). Algunas de las limitaciones de la definición de ola de calor son relativas a los parámetros utilizados que sintetizan varias variables en un único algoritmo matemático y al hecho de que se consideren solamente condiciones climatológicas sin tener en cuenta indicadores de salud de la población. Para definir una ola de calor, los esfuerzos deben dirigirse a la búsqueda de la temperatura umbral mediante estudios epidemiológicos consistentes. De esta manera, la adopción de planes de prevención basados en la superación de dichos umbrales, conllevará una disminución de los impactos de las altas temperaturas sobre la salud de la población.

En España, en 2004 se puso en marcha el Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los efectos del exceso de temperaturas con el objetivo de prevenir la mortalidad derivada de dicho exceso y para el que se definieron niveles de alerta en base a superación de temperaturas umbrales y persistencia en el tiempo del exceso de temperatura.

Efectos en la salud

La relación entre la salud y la temperatura no es inmutable sino que está regulada por un complejo número de variables económicas, sociales, culturales y sanitarias (Basu 2009). La relación entre la temperatura y la mortalidad suele tener forma de "V" o de "U" con una temperatura de mínima incidencia que varía de unos lugares a otros (Sáez et al. 1995; Ballester et al. 1997; Alberdi et al. 1998; McMichael et al. 2008) que depende probablemente, de la adaptación de la población al rango de temperaturas al que se encuentra expuesta (Curriero et al. 2002; Díaz et al. 2006). El aumento de la morbilidad y la mortalidad relacionadas con las temperaturas extremas constituye uno de los efectos directos del cambio climático.

Una variable de especial importancia es el índice de envejecimiento. A mayor envejecimiento de la población parece que los efectos en salud de las olas de calor aparecen a temperaturas menos elevadas.

En el marco del proyecto europeo PHEWE (Evaluación y Prevención de los efectos agudos en salud por las condiciones climáticas en Europa), en el que están incluidas Barcelona y Valencia, se ha estudiado el posible incremento de la mortalidad en el horizonte del año 2030 según diferentes

escenarios del IPCC, y se concluye que la media de la fracción atribuible de muertes por calor será de un 2%, con un mayor impacto en las ciudades mediterráneas (Baccini et al. 2011), y previendo que este fenómeno aumentará en el futuro acorde al incremento previsto de la frecuencia e intensidad de las olas de calor. En otros trabajos se han obtenido incrementos superiores en la mortalidad (Dessai 2003; Donalson 2002; McMichael 2002; Ostro et al. 2012).

Los efectos van a ser cada vez más importantes y el impacto de las olas de calor que serán más frecuentes y más intensas será mayor por dos razones: cada vez la temperatura va a ser más elevada como consecuencia del cambio climático y el umbral de disparo de la mortalidad va a ser más bajo por el envejecimiento de la población.

En cuanto al frío, cabe decir que la relación entre el frío y la salud está también condicionada por factores sociales, económicos y culturales que no se sabe cómo evolucionarán en futuros escenarios de cambio climático.

Existe un impacto mayor del frío sobre la mortalidad en los lugares con inviernos más templados que en aquellos con inviernos más crudos, debido a la adaptación fisiológica a las bajas temperaturas y a la infraestructura de los hogares, que hace que sean mejores las condiciones para luchar contra el frío en lugares habituados a las olas de frío que en aquellos en los que son menos frecuentes (Eurowinter Group 1997).

El aumento de las temperaturas medias invernales no tiene por qué implicar una reducción de la frecuencia o gravedad de los episodios de frío extremo.

Se considera que el aumento de la mortalidad por calor será muy superior a la ligera reducción que se puede esperar de las muertes invernales (Kalkstein y Greene 1997).

Vulnerabilidad

Para identificar las zonas más vulnerables a dichos extremos se deben considerar aquellos lugares donde se espera una mayor incidencia tanto en frecuencia como en intensidad de los extremos térmicos. Además, hay que tener en cuenta el envejecimiento de la población, ya que la vulnerabilidad biológica se traducirá en un mayor efecto en la mortalidad en aquellas zonas donde la proporción de población mayor sea más importante.

Hay que considerar también otros grupos poblacionales biológicamente vulnerables como los niños y las personas con enfermedades y/o determinados tratamientos previos así como a aquellos que lo son por condiciones sociales, laborales y económicas como por ejemplo los trabajadores expuestos al exceso de temperatura y los grupos más desfavorecidos socioeconómicamente (Davis et al. 2003; Michelozzi et al. 2006; Carson et al. 2006). Tanto la mejora de las condiciones socioeconómicas como actuaciones en protección y prevención de los efectos de los excesos de temperatura contribuyen a mitigar los efectos. En un trabajo realizado en nuestro país se concluye que pese a detectar un incremento económico y mejoras de todo tipo de infraestructuras, el envejecimiento de la población, medido por el número de personas mayores de 65 años, prevalece sobre las mejoras socioeconómicas.

Adaptación

Las principales opciones adaptativas que se proponen a nivel nacional e internacional incluyen la articulación de sistemas de alerta *in situ* ante posibles extremos térmicos, la adecuación de la planificación urbana incluidas las construcciones bioclimáticas, la provisión de información meteorológica relevante y oportuna, la articulación de planes de prevención, la información a la población sobre las medidas a adoptar y la formación y adecuación de los servicios sanitarios.

Principales incertidumbres y líneas de trabajo

Son múltiples las incertidumbres que existen sobre cómo el cambio climático va a afectar a la relación entre temperaturas extremas y salud.

En relación a la temperatura, la incertidumbre ésta en los modelos climatológicos que utilizan diferentes escenarios de emisiones.

Por otro lado, enfrentamos aquellas incertidumbres relacionadas con la asociación entre temperatura y mortalidad, en la que influyen múltiples factores como la pirámide de población, las condiciones socioeconómicas y la existencia de grupos vulnerables. A ellos se añaden la dificultad de estimar cómo van a comportarse en el futuro.

La evolución demográfica es la que presenta menos incertidumbres: se estima que en España la población mayor de 64 años crecerá un 19,2% en la próxima década (INE 2009). Se producirá un cambio en los umbrales de temperatura a partir de los cuales se producirá un incremento de mortalidad por calor. La incertidumbre es mayor si el indicador que se valora es la morbilidad de la población por efecto del exceso de temperatura.

La evolución de las condiciones socioeconómicas también es incierta, particularmente en las condiciones actuales de crisis económica y su estrecha relación con la prestación de servicios en la sanidad y la salud pública.

Otra gran incógnita reside en la adaptación al cambio climático. La evaluación de los planes de prevención aún es insuficiente para determinar las mejores estrategias.

Las líneas principales de trabajo que se proponen para minimizar en la medida de lo posible las incertidumbres, incluyen:

- Analizar las condiciones atmosféricas a la menor escala meteorológica posible, de forma que permitan una predicción con la suficiente antelación, así como la duración y la intensidad del evento meteorológico extremo.
- Estudiar los mecanismos de adaptación fisiológica y el papel que juegan las variables socioeconómicas en los procesos adaptativos.
- Estudiar la relación entre la mortalidad invernal y la estival.
- Investigar a escala local el comportamiento de la mortalidad y morbilidad asociada a las temperaturas extremas enfatizando el comportamiento de cada grupo de población frente a la temperatura y su medida en términos de ingresos hospitalarios.
- Evaluar la efectividad y funcionamiento de los planes de actuación ante extremos térmicos.
- Desarrollar protocolos de actuaciones bien definidas frente a los extremos térmicos tanto en el ámbito de la promoción de la salud como en la asistencia sanitaria.

Impacto del cambio climático en el agua

Calidad del agua y salud

El calentamiento global observado en las últimas décadas está asociado a variaciones en ciertos componentes del ciclo hidrológico. Estas variaciones, que se recogen en el estudio "El cambio climático y el agua" realizado por el Grupo de Trabajo II del IPCC incluyen cambios en las pautas, intensidades y valores extremos de precipitación; en la fusión generalizada de la nieve y del hielo; en el aumento del vapor de agua atmosférico y aumento de la evaporación y en las variaciones de la humedad del suelo y de la escorrentía.

Las proyecciones estiman pérdidas generalizadas de masa de los glaciares y aceleración en la reducción de la cubierta de nieve disminuyendo así la disponibilidad de agua y el potencial hidroeléctrico y, alterando la estacionalidad de los flujos en regiones abastecidas de agua de nieve de las principales cordilleras, y donde vive actualmente más de la sexta parte de la población mundial. Se prevé una intensificación de los episodios de lluvias torrenciales e inundaciones, del descenso en caudales fluviales y de sequías más severas y frecuentes. Las costas estarán expuestas a mayores riesgos vinculados al aumento del nivel del mar, a la mayor salinización del agua subterránea y a la presión humana.

Se espera que el cambio climático intensifique el estrés actualmente padecido por los recursos hídricos debido al crecimiento de la población, al cambio económico y de los usos de la tierra y, en particular, a la urbanización (IPCC 2007). Los recursos hídricos que hoy damos por garantizados se podrán ver comprometidos en un futuro si no se toman las medidas adecuadas (EEA 2011).

En España, los escenarios climáticos previstos por la Comisión Nacional del Clima en el Libro Blanco del Agua, plantean una ligera disminución de las precipitaciones medias anuales y un aumento de las temperaturas, que daría lugar a una disminución de la escorrentía total. Las previsiones de los modelos climáticos apuntan a una intensificación de los periodos secos en verano, y una precipitación total en invierno similar a la actual, aunque concentrada en un menor número de meses.

Los territorios del sureste peninsular, la cuenca del Guadiana, el valle del Ebro y los archipiélagos serían las áreas donde el impacto sobre los recursos se manifestaría más severamente, precisamente aquéllas donde ya se presentan los mayores problemas hídricos.

En las cuencas atlánticas es previsible que el incremento observado en la variabilidad hidrológica se mantenga en las próximas décadas.

Los caudales punta de los ríos Ebro y Duero pueden experimentar episodios de deshielo súbitos, consecuencia de las variaciones de temperatura de invierno y primavera.

En las cuencas mediterráneas e interior peninsular puede aumentar la irregularidad del régimen de crecidas y sequías y promover la generación de crecidas, aunque con alto grado de incertidumbre.

Se prevé una reducción generalizada de los recursos hídricos en todo el territorio, que parece que se acentuará conforme transcurra el siglo XXI. Por otra parte, el cambio climático también aumentará la probabilidad de floraciones de cianobacterias por aumento de las temperaturas del agua (Paerl and Huisman 2008).

Efectos en la salud

El impacto en salud consecuencia del efecto del cambio climático en el agua se produce de modo indirecto. Se prevé que la intensificación de las alteraciones sobre el ciclo hidrológico impactará con fuerza en la calidad del agua y, por tanto, en la salud de quienes la consuman, de aquellos que no tengan acceso o de quienes, teniendo acceso, no cuenten con sistemas de tratamiento adecuados para garantizar la calidad suficiente del agua de consumo.

Entre los efectos en la salud de los episodios de sequía destaca un mayor riesgo de enfermedades de transmisión hídrica, una menor capacidad de producción agrícola que en ciertas regiones del mundo pueden derivar en aumento de la malnutrición y mortalidad y, variaciones en la incidencia de enfermedades de transmisión vectorial. Además, estos episodios se asocian a menudo con tormen-

tas de polvo con efectos respiratorios en la salud. En presencia de polvo, el aire puede transportar además de una mayor concentración de partículas respirables, esporas de hongos y bacterias que podrían afectar a la salud (IPCC 2007).

La sequía también se asocia con cambios en el uso y la cubierta del suelo y con la ocurrencia de incendios forestales que pueden originar cambios en el hábitat de especies animales reservorios de agentes patógenos. Por último, la sequía además se relaciona con el riesgo de efectos en salud por aumento de la carga química y patógena y de los caudales fluviales

El aumento de la temperatura del agua también se relaciona con efectos en la salud. Aunque aún no está claro cómo el fitoplancton responderá globalmente al aumento de la temperatura, una potencial consecuencia podría ser la selección de las formas mejor adaptadas a las nuevas condiciones ambientales (De Senerpont Domis et al. 2007). En este sentido, existen evidencias que permiten concluir que las cianobacterias podrían beneficiarse del aumento de la temperatura (Reynolds 2006; De Senerpont Domis et al. 2007; Paerl y Huisman 2008) particularmente en embalses y lagos donde podrían producirse floraciones de algas nocivas, aunque también podría ocurrir en aguas marinas.

Las cianobacterias pueden constituir un riesgo para la salud pública por su capacidad tóxica para el ser humano con un amplio abanico de efectos agudos y crónicos (Sant'Anna et al. 2005) y por las diversas vías de exposición y transmisión posibles.

En general, en un contexto de elevado nivel de desarrollo, la amenaza para la salud debido a la floración de cianobacterias es muy pequeña. El riesgo de que el suministro de agua de consumo se contamine con las toxinas que estas producen es bajo.

Los efectos en la salud de las inundaciones abarcan desde defunciones, lesiones, enfermedades infecciosas, contaminación con productos tóxicos, hasta desplazamiento y problemas de salud mental (Greenough et al. 2001; Ahern et al. 2005).

Las inundaciones pueden provocar la contaminación biológica y química de caudales y cursos de agua. Los desbordamientos de los sistemas de alcantarillado, junto con los vertidos de aguas pluviales, afectan a la calidad de las aguas receptoras (Even et al. 2007), a veces de forma fatal para la vida acuática. Además, la calidad de las aguas de baño en la proximidad de estos residuos puede deteriorarse muy rápidamente. La contaminación biológica constituye un riesgo a medio plazo para la emergencia de enfermedades infecciosas.

Las inundaciones pueden generar contaminación de caudales, suelos agrícolas y ganaderos con productos químicos, metales pesados y otras sustancias peligrosas procedentes de depósitos y almacenes, o productos químicos que se encuentran en el entorno, como los pesticidas (IPCC 2008).

En otros casos, la contaminación del agua de los ríos y, posteriormente, de los suelos inundados, es el resultado de la movilización en las zonas contaminadas en las cabeceras de los ríos.

Los cambios en la calidad del agua en origen influyen en su tratamiento, de modo que pueden empeorar los procesos de coagulación y floculación, se puede requerir el uso de mayores dosis de oxidantes y desinfectantes (cloro, dióxido de cloro, ozono, etc.). Esto, junto con la posible existencia de mayores niveles de precursores, puede incidir en un aumento del potencial de formación de trihalometanos en el agua tratada.

En situación de sequía y sobre todo en caso de restricciones, deben realizarse controles suplementarios a los habituales y rutinarios e intensificarse en los puntos de entrega del agua a la red. Para seleccionar estos controles adicionales, determinados por la autori-

dad competente en situación de sequía, se cuenta con herramientas como los sistemas de valoración y gestión del riesgo, los Planes Sanitarios del Agua o el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico , aplicados al control de la calidad tanto de los recursos como de las plantas de tratamiento o de la red de distribución.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad del territorio a variaciones en los recursos hídricos está estrechamente relacionada con los usos del suelo. A mayor necesidad de agua y de garantías de uso, la vulnerabilidad es mayor. En condiciones de igualdad es más vulnerable el territorio en el que el uso prioritario es abastecimiento urbano que si es regadío, por las mayores exigencias de calidad. La vulnerabilidad humana a eventos extremos relacionados con los recursos hídricos (sequías, inundaciones, crecidas,…) depende de sus condiciones individuales, sociales y ambientales.

Territorialmente, España es uno de los espacios geográficos europeos más sensibles a los riesgos naturales merced a su posición geográfica, su carácter peninsular, su topografía, su climatología y la ocupación humana.

Las zonas más vulnerables a la sequía se localizan en los territorios clasificados con escasez estructural donde el recurso potencial (agua) es sistemáticamente inferior al nivel de consumo y, en territorios clasificados con escasez coyuntural, y que en España se localizan en la mitad suroriental peninsular, algunos sistemas de la margen derecha del Ebro, parte de Cataluña y algunas islas.

Las zonas más vulnerables a inundaciones no lo son exclusivamente por efecto climático, sino también por la ocupación y urbanización humanas. El análisis de la vulnerabilidad a crecidas e inundaciones combina susceptibilidad a precipitación anómala y una mayor exposición de personas y bienes. En España las zonas más susceptibles de sufrir estos episodios se localizan en la franja mediterránea, interior de valle del Ebro y zonas dispersas de interior peninsular asociadas a cuencas de pequeño tamaño.

Por otra parte, hay que considerar que las variaciones en los recursos hídricos, consecuencia del cambio climático que nos ocupa, constituyen elementos de influencia para otros sectores también dependientes de estos recursos, como el sector energético, turístico, forestal y agrícola.

Al ser España, un país vulnerable a variaciones en los recursos hídricos se han desarrollado procesos de planificación hidrológica y normativa específica, existiendo un número importante de Planes de Hidrológicos de Cuenca aprobados. Desde el ámbito de la Salud Pública se viene trabajando en promoción, protección y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano. Las opciones adaptativas propuestas para el manejo del estrés hídrico pueden responder al suministro y/o a la demanda de estos recursos.

Principales líneas de trabajo

Las principales necesidades de investigación y consecuentes líneas de trabajo deberán dirigirse a avanzar en las medidas de adaptación y en términos generales a mejorar:

- El conocimiento de los episodios para mejorar los modelos y proyecciones.
- La gestión y manejo de aguas transfronterizas, para garantizar la calidad, homogeneización de la información y la intercalibración de métodos y procedimientos.
- El conocimiento de la interrelación entre la calidad y disponibilidad de agua en nuestro país como consecuencia del efecto del cambio climático que permitiría la posterior monitorización y seguimiento.

- La realización de estudios epidemiológicos sobre los vínculos potenciales entre el cambio climático y los riesgos de enfermedades de transmisión hídrica.

- Los análisis de riesgos para zonas especialmente vulnerables, así como la implantación de sistemas sanitarios del agua en todos los abastecimientos para evaluar el riesgo y determinar sus puntos críticos.

Impacto del cambio climático en el aire

Calidad del aire y salud

Se estima que la contaminación atmosférica, riesgo medioambiental para la salud, causa alrededor de 3,2 millones de muertes al año en todo el mundo (Lim et al. 2012). La OMS hace años que considera la contaminación atmosférica una de las prioridades mundiales.

Importantes sectores de la población se encuentran expuestos a concentraciones elevadas de contaminantes atmosféricos con las consiguientes repercusiones negativas sobre su salud. Es posible establecer una relación cuantitativa entre los niveles de contaminación y su efecto en salud, en particular un aumento de la mortalidad o la morbilidad. En ocasiones, incluso concentraciones bajas de contaminantes atmosféricos llegan a provocar efectos adversos. La OMS indica que existen graves riesgos para la salud, fundamentalmente derivados de la exposición a partículas en suspensión, dióxido de nitrógeno, ozono troposférico y dióxido de azufre, cuyas concentraciones pueden aumentar con el cambio climático (OMS 2006).

En general, los efectos en la salud de una exposición a largo plazo son mucho mayores que los observados en exposiciones más cortas. Si bien para estos últimos, se puede decir que la legislación ambiental está incidiendo en una paulatina reducción de las concentraciones máximas de contaminantes atmosféricos para la mayoría de los que estan regulados (Guerreiro et al. 2012), no se puede decir lo mismo de la exposición durante un largo periodo de tiempo y, en la actualidad, la atención se ha dirigido a esta exposición crónica.

Existe un creciente reconocimiento internacional de la importancia de abordar la contaminación del aire y el clima de forma simultánea. Los trabajos realizados para investigar el impacto del cambio climático sobre la calidad del aire, ponen de manifiesto que se trata de un análisis muy complejo puesto que las concentraciones de contaminantes atmosféricos están influidas por múltiples factores como el viento, la temperatura, la topografía, la actividad humana, la interacción de los patrones climáticos locales, así como por las medidas de adaptación implementadas.

Por otra parte, el aumento de temperatura se correlaciona muy directamente con el aumento en la concentración de ozono troposférico que presenta por sí mismo una elevada estacionalidad anual, con valores más altos en los meses cálidos y picos importantes durante las horas de irradiación solar. Además, el aumento de temperaturas invernales provoca un adelanto de la floración de algunas especies de floración primaveral, alargando su estación polínica, por lo que aumenta el tiempo de exposición de la población. Se ha observado que las especies que florecen en primavera temprana son más sensibles por el calentamiento global que las especies que florecen más tardíamente.

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos dependen además de por sus niveles de producción y emisión, por su modelo de dispersión y transporte y, el cambio climático puede afectar a cualquiera de estos procesos.

Es en las ciudades y determinadas zonas industriales, donde se superan los valores límite de estos contaminantes con mayor

frecuencia, lo que se traduce en un número muy importante de población expuesta. En nuestro país, datos recientes informan de la superación de valores límite para algunos contaminantes regulados (Evaluación de la Calidad del Aire en España, 2011).

Uno de los factores que contribuye a la contaminación por partículas en suspensión es el elevado número de vehículos diésel, junto con condiciones propias del clima mediterráneo que propician episodios de contaminación, falta de precipitación que no elimina el polvo sedimentado en la superficie urbana y, la intrusión de polvo sahariano.

Efectos en la salud

La contaminación atmosférica incide en la aparición y agravamiento de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cánceres. En los adultos, el asma, la EPOC y el cáncer de pulmón son tres enfermedades respiratorias epidemiológicamente importantes, relacionadas con la contaminación atmosférica.

Las evidencias indican que los efectos respiratorios, especialmente las agudizaciones del asma, son los motivos principales de ingreso hospitalario a causa de la contaminación atmosférica (Ballester 2009). No deben descartarse otros efectos, en especial aquellos que pueden derivarse de una exposición mantenida en el tiempo como la alteración de la función pulmonar, el incremento de las afecciones alérgicas, las alteraciones inmunitarias e incluso, un aumento del riesgo de mortalidad.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la contaminación atmosférica no suele deberse a un único contaminante sino que habitualmente es mixta, lo que viene a dificultar más la medida de la exposición y del efecto en la salud, y de su asociación con cuadros patológicos y/o exacerbaciones de cuadros previos. Además, se sabe que exposiciones repetidas (de varios días) pueden tener efectos más graves que los efectos de exposiciones en días individuales. En España son atribuibles 13.915 muertes a los efectos de partículas en suspensión y 947 al ozono (Lim et al. 2012). Según datos publicados por el Proyecto SERCA en nuestro país, si la exposición a largo plazo a las concentraciones de $PM_{2.5}$ del aire se redujera hasta una concentración media a nivel nacional de 0,7 µg/m^3, las muertes evitables a largo plazo estarian entre 1.450-1.720 en población adulta.

Diferentes estudios asocian la exposición a corto plazo al ozono con mortalidad y morbilidad respiratoria, así como con morbilidad por causas cardiovasculares (Díaz et al. 1999).El mayor impacto se produciría en las personas de edad avanzada en las que habitualmente se observa un compromiso del estado de salud, por lo que el envejecimiento de la población en nuestro país redundaría en un mayor impacto.

Vulnerabilidad

La mayor parte de las personas están expuestas a la contaminación atmosférica y de manera particular quienes residen en las ciudades.

Entre los grupos poblacionales más vulnerables desde un punto de vista biológico se encuentran los ancianos, las personas de salud comprometida que padecen bronquitis crónica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, enfermedades cardiovasculares y/o diabetes, los niños (Bateson y Schwartz 2004) y las mujeres embarazadas. En el caso de los niños, la vulnerabilidad reside en un desarrollo incompleto de su sistema respiratorio y en que respiran más aire por unidad de peso que los adultos. Además al ser exposiciones en épocas muy tempranas de la vida, van a tener más tiempo para desarrollar los efectos, por lo que el daño será mayor en términos de años de vida perdidos o años con discapacidad. La exposición a contaminación durante el primer año de vida se asocia

con un incremento del riesgo de mortalidad infantil de mayor magnitud que el encontrado para los adultos. También se ha documentado que un mayor índice de desigualdades en salud infantil implica mayor vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.

En el caso de las mujeres embarazadas se han encontrado resultados que indican asociación entre la exposición a contaminación atmosférica con el bajo peso al nacer y retraso en el crecimiento intrauterino.

En el caso de la contaminación por ozono, el grupo de personas de mayor riesgo serían los niños, los jóvenes y los adultos por pasar más tiempo en el exterior de los edificios. Además aquellas personas que trabajan en el exterior o en lugares expuestos a intensas inmisiones de contaminantes están también sujetas a un mayor riesgo.

Hay que destacar que, aunque la magnitud del impacto en salud pueda ser pequeña, la proporción atribuible del impacto a la contaminación es grande, ya que toda la población está expuesta.

Mitigación y Adaptación

Las principales opciones para una mejor gestión de los riesgos que supone la contaminación atmosférica se basan en estrategias de mitigación y de adaptación. Entre las primeras la medida más importante es la disminución de las emisiones de gases contaminantes, para lo que se requieren actuaciones en el sector del transporte, urbanístico e industrial, un uso eficiente de la energía y la utilización progresiva de energías renovables. Estas medidas deberían complementarse con educación para la salud y promoción de hábitos saludables, incluido el uso eficiente y responsable de la energía.

En materia de adaptación, las principales medidas propuestas incluyen el establecimiento de un sistema de vigilancia de calidad del aire y de alerta temprana a la población ante situaciones de incremento de los niveles de aeroalérgenos, polen o esporas, incluyendo información meteorológica y de contaminación atmosférica. Es importante considerar la participación ciudadana, para fomentar el desarrollo de una concienciación en salud y calidad del aire ya que los problemas de salud de naturaleza ambiental están conectados con los patrones sociales de desarrollo que seguimos, y su solución depende de cambios importantes en los estilos de vida que afectan a amplios sectores de la población. Por otra parte, los resultados de estudios han de trascender el ámbito del sector salud y llegar a otros sectores.

Principales incertidumbres y líneas de trabajo

Por un lado, existen incertidumbres relacionadas con las fuentes de los contaminantes atmosféricos, que se traducen en una importante dificultad para estimar escenarios futuros de emisiones y en cuya valoración hay que considerar la actual crisis económica y el cumplimiento de la normativa vigente. Por otro lado, persisten incertidumbres sobre los efectos biológicos de algunos contaminantes en la salud. Si bien para el material particular se ha establecido una relación concentración-respuesta, no es así para otros contaminantes en los que no está suficientemente dilucidada la naturaleza de la relación.

Las líneas de trabajo propuestas desde una perspectiva de investigación incluyen:

- La realización de estudios epidemiológicos para valorar el impacto y los efectos en salud incluyendo la relación dosis-respuesta y los factores modificadores de dichos efectos.

- Investigación de los mecanismos de acción de los contaminantes que generan daños fisiológicos y en los sistemas más sensibles.

- La evaluación de potenciales beneficios en salud de las acciones de mitigación del cambio climático.

- El desarrollo de modelos predictivos que incluyan previsiones sobre las tendencias futuras en contaminación atmosférica, los cambios en las características poblacionales y las variaciones en los fenómenos meteorológicos y climáticos.

Impacto del cambio climático y enfermedades transmitidas por vectores

Los cambios en el clima pueden influir sobre la frecuencia y la distribución a nivel global de las enfermedades transmitidas por vectores, así como sobre la dinámica estacional e interanual de patógenos, vectores, hospedadores y reservorios. De hecho, en los últimos años se ha observado un aumento de los casos autóctonos y brotes epidémicos de ciertas enfermedades de transmisión vectorial en Europa (Githeko et al. 2000). Tanto organizaciones como agencias internacionales especializadas en salud han advertido de esta influencia en las enfermedades transmitidas por vectores (Bezirtzoglou et al. 2011).

Los cambios de temperatura, precipitaciones o humedad afectan al comportamiento y a la estacionalidad y abundancia de los vectores, de los hospedadores intermediarios o de los reservorios naturales (Githeko et al. 2000). Si dichos cambios se producen cerca del umbral característico de cada especie, el ciclo vital experimenta aceleraciones bruscas, no lineales.

La temperatura es un factor crítico del que dependen la densidad de los vectores y su capacidad vectorial: aumenta o disminuye su supervivencia, condiciona la tasa de crecimiento de la población vectorial, modifica el periodo de incubación extrínseca del patógeno en el vector y cambia la actividad y patrón de transmisión estacionales del vector. La velocidad de desarrollo aumenta conforme aumenta la temperatura y se puede afirmar que existirán más vectores, e incluso es posible que existan más generaciones al año. Probablemente el efecto del cambio climático sobre estas enfermedades se observará al variar los límites de temperatura de transmisibilidad que se corresponden de modo laxo con 14-18*°C* como límite inferior y 35-40ºC como límite superior.

Un aumento de las precipitaciones podría aumentar el número y calidad de las zonas de cría de los mosquitos, así como la densidad de la vegetación propicia para su desarrollo y reproducción. Las inundaciones podrían eliminar el hábitat adecuado por un periodo de tiempo indeterminado. Por su parte, las sequías en lugares húmedos podrían aumentar los espacios de cría en los remansos generados en cursos secos de ríos, y obligaría al vector a alimentarse más frecuentemente por las condiciones de deshidratación.

Las variaciones en la expresión del ciclo vital conducen inevitablemente a cambios en la naturaleza, dispersión e incidencia de estas enfermedades. Por ello, es esperable que el impacto de los cambios en el clima sobre el ciclo vital de los vectores, se manifieste con cambios en las tasas de transmisión de los agentes patógenos que transmiten. Además, los cambios en el clima modifican distintas características del medio, que favorecen el establecimiento de vectores en nuevas zonas.

Las predicciones en España que apuntan hacia unos inviernos más lluviosos y cálidos, seguidos de veranos calurosos y secos, propiciarían condiciones climáticas favorables para el establecimiento y proliferación vectorial. España se encuentra situada en una latitud geográfica apropiada para la permanencia de vectores que ya existen, y para la entrada de otros nuevos.

Efectos en la salud

A continuación se especifican diversos cambios identificados para algunas enfermedades, seleccionadas en base a su interés en nuestro país.

España obtuvo el certificado oficial de erradicación del Paludismo en 1964. En el año 2010 se notificó el primer caso probablemente autóctono.

El cambio climático previsto puede crear escenarios que afectan al desarrollo del vector (Anopheles), su distribución geográfica y su transmisibilidad (Bueno et al. 2008). Dada la presencia en España de personas con parasitemia y de vectores competentes para la transmisión, la detección temprana de casos introducidos de paludismo es fundamental.

España forma parte del foco de Leishmaniasis localizado en la cuenca mediterránea. La enfermedad es endémica, estando presente en la mayor parte del territorio peninsular e Islas Baleares. Los patrones de presentación en nuestro país incluyen un patrón endémico, presencia de casos asociados con VIH y pacientes inmunodeprimidos y brotes epidémicos como el aparecido en 2009.

El aumento previsto de la temperatura puede facilitar la presencia de los vectores (flebotomos) en todo el territorio, ampliar su periodo de actividad y provocar un aumento considerable de las densidades poblacionales en las zonas donde ya están presentes (Gálvez et al. 2011).

La evidencia sugiere que las variables climáticas estarían en un segundo plano; habría una serie de factores que parecen ser mucho más relevantes, como la aparición de cepas resistentes a los tratamientos actuales, la mayor incidencia en sectores pobres de la población, el aumento del turismo hacia zonas endémicas, una insuficiente vigilancia epidemiológica que conduce a la subestimación de la enfermedad y el desconocimiento de las cifras reales de infectados por el parásito.

En el grupo de enfermedades víricas de transmisión vectorial se incluyen algunas de las más relevantes desde el punto de vista epidemiológico en nuestro país, todas ellas transmitidas por mosquitos salvo el virus Toscana que se transmite por flebotomos.

Los vectores transmisores del Virus del Dengue, enfermedad cuya incidencia mundial ha aumentado espectacularmente en las últimas décadas, ya están enfrentando a Europa con la posibilidad de aparición de brotes autóctonos por la constatada presencia de vectores competentes para transmitir el virus. La expansión de los mosquitos del género Aedes, fundamentalmente *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, suponen un riesgo a corto y medio plazo para la salud pública en Europa, aunque por el momento es bajo. En España no se han documentado casos de transmisión local de dengue, pero el riesgo no es desdeñable dadas las características presentes y apropiadas para la transmisión.

Los casos detectados en Europa en 2010 de Fiebre Chikungunya, producida por un Alphavirus transmitido por mosquitos del género Aedes, han alertado del posible riesgo de extensión de este virus fuera de las zonas endémicas habituales, debido al aumento de viajes internacionales, de los retornos de los migrantes a sus lugares de origen y a la importación del virus a áreas donde existen vectores (Aedes) competentes.

En la actualidad el Virus del Nilo Occidental es el arbovirus más extendido en el mundo y transmitido sobre todo por mosquitos del género Culex. En las últimas décadas ha cobrado mayor importancia debido a su sorprendente capacidad de invadir nuevas zonas geográficas causando en numerosas ocasiones brotes epidémicos de gran virulencia. La cuenca del Mediterráneo y el sur de la

Península en particular, que acogen a las aves migratorias procedentes de África, constituyen áreas de alto riesgo para la transmisión. Un ejemplo de ello se encuentra en la epizootia en équidos que tuvo lugar en septiembre de 2010 en la provincia de Cádiz.

De la Fiebre del Valle del Rift, enfermedad vírica (*phlebovirus*) transmitida por mosquitos (Aedes), no hay evidencia de casos hasta ahora en Europa continental, ni autóctonos ni importados, aunque se ha comprobado la existencia de los mosquitos que podrían actuar como vectores.

El Virus Usutu, flavivirus transmitido al ser humano por la picadura de mosquitos Culex tiene origen africano, ha sido introducido en Europa y puede convertirse en un patógeno residente en este continente.

Por último, del Virus Toscana, *phlebovirus* transmitido por flebótomos, cabe decir que en España está demostrada su capacidad de infectar a perros y gatos. Se ha contrastado su circulación en la cuenca mediterránea y la correspondencia entre la distribución geográfica de los casos y la del vector.

El impacto del cambio climático sobre las Enfermedades transmitidas por garrapatas y sobre ellas mismas depende de las especies que se consideren y de los patógenos que puedan transmitir. Según los diferentes escenarios previstos de clima (temperaturas más templadas y entornos más secos) determinadas especies de garrapatas podrían ver disminuida la extensión de su hábitat idóneo en España, mientras que para otras podría aumentar considerablemente.

En España las enfermedades más importantes transmitidas por estos artrópodos son la borreliosis de Lyme y la fiebre botonosa. La primera ha experimentado un aumento reciente de su incidencia en algunas regiones europeas, que podría estar relacionado con un clima algo más templado aunque sin poder concluir sobre una asociación clara. En nuestro país, el cambio climático proyectado probablemente haga desaparecer esta garrapata. En cuanto a la fiebre botonosa, los países de la cuenca mediterránea entre ellos España, han informado de un aumento en la incidencia. Si se considera que la garrapata transmisora (*R. sanguineus*) tiene gran capacidad de adaptación y su tasa de transmisión se dispara en los meses más cálidos y zonas más áridos, es razonable deducir que la tendencia climática prevista prolongaría la temporada de transmisión.

Por último la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo es objeto de atención en Europa por su distribución y gravedad. En nuestro país en donde no se han registrado casos aún, se destacan tres factores de riesgo: existencia de clima adecuado, densas poblaciones de la garrapata transmisora, y hospedadores adecuados para los estadios intermedios.

En relación con las Enfermedades transmitidas por roedores, tanto la población de roedores silvestres como la posibilidad de contacto entre roedor y ser humano en las zonas urbanas están muy influidas por cambios ambientales. Los años de sequía podrían disminuir el número de predadores naturales de roedores, y las lluvias aumentarían el alimento disponible (semillas, nueces, insectos). En Europa, la enfermedad más importante transmitida por roedores es la enfermedad por virus Hanta, siendo el Puumala el más frecuentemente implicado.

Vulnerabilidad

El incremento de temperatura en Europa en la última década no ha sido uniforme, ya que el mayor aumento se ha observado en invierno y en el norte del continente. Este hecho podría influir en la elevada mortalidad vectorial en invierno que actúa como regulador poblacional en dichas zonas. Sin embargo, España se encuentra lejos de este efecto amortiguador. Además, las predicciones de cambio para nuestro país, propiciarían condiciones favora-

bles para el establecimiento y proliferación vectoriales, que determinaría un riesgo de importación e instalación de vectores tropicales y subtropicales adaptados a sobrevivir en estos tipos de clima.

Por otra parte otros factores de índole socioeconómica como el aumento de los viajes internacionales, del turismo y comercio mundiales y de los flujos migratorios, aumentan el riesgo de introducción accidental de patógenos y vectores. Sin embargo, lo anterior ha de conjugarse con otros factores como el aflujo masivo y simultáneo de reservorios animales o humanos y el deterioro de las condiciones socio-sanitarias y de salud pública para el establecimiento de áreas de endemia.

Principales incertidumbres y líneas de trabajo

Si bien es conocido que las variables climáticas son las causantes de la presencia o ausencia de los vectores mencionados, no es menos cierto que existen incertidumbres en relación con el escenario completo compuesto por vegetación, paisaje, animales, y costumbres y modos de vida humanos; es decir, además del cambio climático, son muchos los factores que pueden influir en la epidemiología de estas enfermedades (Sutherst 2004).

Hasta ahora no se ha podido probar fehacientemente que el cambio climático experimentado en las últimas décadas haya aumentado el riesgo global de transmisión de las enfermedades transmitidas por artrópodos, aunque existe suficiente evidencia científica para sospecharlo.

Reconociendo que el clima por sí solo no es causa suficiente para la instauración de focos endémicos en España, pero sí un requisito, se proponen las siguientes líneas de trabajo:

- Profundizar en el estudio de la dinámica poblacional de los vectores y los procesos que rigen sus ciclos vitales en la naturaleza.

- Avanzar en el estudio de las consecuencias sanitarias del cambio climático e investigar la prevalencia de ciertas enfermedades, mediante estudios de seroprevalencia en poblaciones de riesgo.

- Establecer una vigilancia epidemiológica proactiva en áreas donde se detecte transmisión, para identificar los factores de riesgo y elaborar modelos explicativos de la transmisión.

- Garantizar la capacidad de los laboratorios de referencia y centros asistenciales y la formación de los profesionales sanitarios en entomología médica.



2. BIBLIOGRAFÍA

AEMET. Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010.

AEMET. Un verano extremadamente seco y cálido. 2012. Disponible en: http://www.aemet.es/es/noticias2012/09/climatico verano12.

Ahern MJ, Kovats RS, Wilkinson P, Few R and Matthies F. Global health impacts of floods: epidemiological evidence. Epidemiol. Rev. 2005; 27: 36-45.

Alberdi JC, Díaz J, Montero JC, Mirón IJ. Daily mortality in Madrid community 1986-1992: Relationship with meteorological variables. Eur J Epidemiol 1998; 14:571-578.

Baccini M, Kosatsky T, Analitis A, Anderson HR, D´Ovidio M, Menne B et al. Impact of heat on mortality in 15 European cities: attributable deaths under different weather scenarios. J Epidemiol Community Health 2011; 65: 64-70.

Ballester F, Corella D, Pérez-Hoyos S, Sáez M, Hervás A. Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain 1991-1993. Int J Epidemiol 1997; 155:80-87.

Ballester F. Contaminación atmosférica y salud: acción estratégica en salud pública. Gaceta Sanitaria. 2009; 23(3): 198–199.

Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. Environ Health 2009; 8:40 Doi: 10.1186/1476-069X-8-40.

Bateson TF y Schwartz J. W.H.O. is sensitive to the Effects of Particulate Air Pollution on Mortality? A case-crossover analysis of the effect modifiers. Epidemiology. 2004; 15: 143-149.

Bezirtzoglou C, Dekas K, Charvalos E. Climate changes, environment and infection: facts, scenarios and growing awareness from the public health community within Europe. Anaerobe. 2011; 17(6):337-40.

Bueno Marí R, Jiménez Peydró R. Malaria in Spain: entomological aspects and future outlook. Rev Esp Salud Publica. 2008; 82(5):467-79 .

Carson C, Hajat Sh, Armstrong B Wilkinson P. Declining Vulnerability to Temperature related Mortality in London over the 20th Century. Am J Epidemiol 2006; 164:77–84.

Curriero FC, Heiner KS, Samet Jm, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern of the United States. Am j Epidemiol 2002; 155:80-87.

Davis RE, Knappenberger PC, Michaels PJ et al. Decadal changes in summer mortality in US cities. Int J Biometeorol 2003; 47: 166-175.

Dessai S. Heat stress and mortality in Lisbon. Part II. An assessment of the potential impacts of changing climate. Int J Biometeorl 2003; 48:37-44.

De Senerpont Domis LN, Mooij WM & Huisman J. Climate-induced shifts in an experimental phytoplankton community: a mechanistic approach. Hydrobiologia. 2007; 584: 403-413

Díaz J, García R, Ribera P, Alberdi JC, Hernández E, Pajares MS, Otero A. Modeling of air pollution and its relationship with mortality and morbidity inMadrid, Spain. Int Arch Occup Environ Health. 1999 Sep; 72(6):366-76. PubMed PMID:10473836

Díaz J, García-Herrera R, Trigo RM, Linares C, Valente MA, De Miguel JM, Hernández E. The impact of the summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it? Int J Biometeorol. 2006 Jan; 50(3):159-66.

Donaldson GC, Kovats RS, Keating WR, McMichael AJ. Heat and cold-related mortality and morbidity and climate change. Expert Group on Climate Change and Health in the UK. UK Department of Health 2002; 70-80.

EEA. Safe water and healthy water services in a changing environment. (EEA Technical report Nº 7/2011.) European Environment Agency, Copenhagen 2011. Doi:10.2800/78043.

Eurowinter Group. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. The Lancet 1997; 349:1341-1346

Even S, Mouchel J, Servais P, Flipo N, Poulin M, Blanc S, Chabanel M and Paffoni C. Modelling the impacts of Combined Sewer Overflows on the river Seine water quality. Science of the Total Environment, 2007; 375: 140–151.

Gálvez R, Descalzo MA, Guerrero I et al. Mapping the current distribution and predicted spread of the leishmaniosis sand fly vector in the Madrid region (Spain) based on environmental variables and expected climate change. Vector Borne Zoonotic Dis 2011 July; 11(7):799-806.

Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. Bull World Health Organ. 2000; 78(9):1136-47.

Greenough G, McGeehin M, Bernard SM, Trtanj J, Riad J, Engelberg D. The potential impacts of climate variability and change on health impacts of extreme weather events in the United States. Environ Health Perspect . 2001; 109 (2):191–198.

Guerreiro C, de Leeuw F, Foltescu V, Schilling J, van Aardenne J, Lükewille A, Adams M. Air quality in Europe – 2012 report. European Environment Agency report 4/2012. ISSN 1725-9117.

INE. Proyección de la Población de España a Corto Plazo, 2008-2018. 2009. Disponible en url: http://www.ine.es/prensa/np538.pdf.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. El cambio climático y el agua.

IPCC. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Human Health. 2007.

IPCC. El cambio climático y el agua. Dirección de la Unidad Técnica de Apoyo del Grupo de trabajo II del IPCC. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Junio de 2008.

Kalkstein LS y Greene JS. An evaluation of climate/mortality relationship in large US cities and the possible impacts of a climate change. Environ Health Perspect. 1997; 105:84-93.

MAGRAMA. Informe de la evaluación de la calidad del aire en España 2011. Noviembre 2012

McMichael AJ, Wooddruff RE, Whetton P. Human health and climate change in Oceania: a risk assessment 2002. Canberra: Commonwealth of Australia.

McMichael AJ, Wilkinson P, Kovats SR Pattendensen S, Hajat SH, Armstrong B et al. International study of temperature, heat and urban mortality: the ISOTHURM Project. Int J Epidemiol. 2008; 37:1121-1131.

Michelozzi P, DeSM, Accetta G, et al. Temperature and summer mortality: geographical and temporal variations in four Italian cities. J Epidemiol Community Health. 2006; 60:417-23.

Montero JC, Mirón IJ, Criado-Álvarez JJ, Linares C, Díaz J. Relationship between mortality and heat waves in Castile-La Mancha (1975-2003): influence of local factors. Sci Total Environ. 2012b; 414:73-80.

Moreno JM, editor. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. Universidad de Castilla – La Mancha 2005.

OMS. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global Update 2005. Summary of risk assessment. World Health Organization. Geneva 2006.

Ostro B, Barrera-Gómez J, Ballester J, Basagaña X, Sunyer J. The impact of future summer temperature on public health in Barcelona and Catalonia, Spain. Int J Biometeorol. 2012; 56:1135-44.

Paerl HW and Huisman J. Blooms like it hot. Science. 2008; 320, 5 872, 57–58.

Proyecto SERCA: Sistema de Evaluación de Riesgos por Contaminación Atmosférica en la Península Ibérica. 2012. Universidad Politécnica de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Salud Carlos III.

Reynolds CS. Ecology of phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press. 2006.

Sáez M, Sunyer J, Castellsagué J, Murillo C, Antó M. Relationship between weather temperature and mortality: A time series analysis approach in Barcelona. Int J Epidemiol. 1995; 25: 576-582.

Sant´Anna BS, Zangrande CM & Reigada ALD. Utilization of shells of the snail Achatina fulica Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) by the hermit crab Clibanarius vittatus (Bosc, 1802) (Decapoda, Anomura) in the São Vicente Estuary, São Paulo, Brazil. Investigaciones Marinas. 2005; 33(2): 217-219.

Sutherst RW. Global change and human vulnerability to vector-borbe diseases. Clinical.2004.





GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD

www.msssi.gob.es